

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000188331 A**

(43) Date of publication of application: **04 . 07 . 00**

(51) Int. Cl.

H01L 21/768
H01L 21/3065
H01L 21/312

(21) Application number: **10363878**

(22) Date of filing: **22 . 12 . 98**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **YAMANAKA MICHINARI**
SHIBATA ATSUSHI
HAYASHI SHIGENORI
KUBOTA MASABUMI

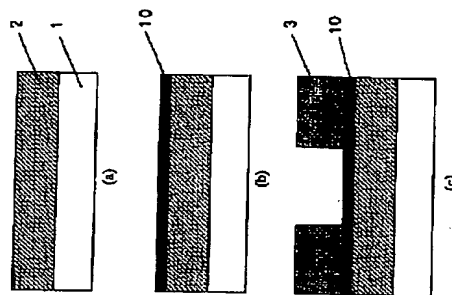
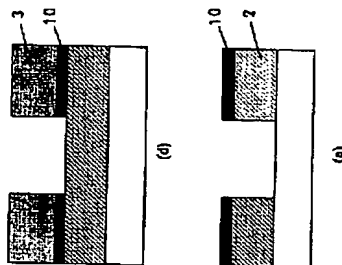
(54) **MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the manufacture of a semiconductor device, which can suppress damages at the use of an organic insulating film, suppresses the infiltration of water into the organic insulating film from the atmosphere and the infiltration of water into a wiring material from the organic insulating film, and which uses the organic insulating film more conveniently.

SOLUTION: An organic insulating film 2 is formed on a silicon substrate 1, a surface reforming layer 10 is formed thereupon, and a resist pattern 3 is formed on the surface reforming layer 10 through lithography. The surface reforming layer 10 is etched by using the resist pattern 3 as a mask, and the organic insulating film 2 is removed through plasma containing oxygen while the surface reforming layer 10 is used as an etching stopper, thereby forming a pattern.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-188331
(P2000-188331A)

(43) 公開日 平成12年7月4日 (2000.7.4)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|---------------------------|---------|---------------|-------------|
| H 0 1 L | 21/768 | H 0 1 L 21/90 | S 5 F 0 0 4 |
| | 21/3065 | 21/312 | M 5 F 0 3 3 |
| | 21/312 | 21/302 | F 5 F 0 5 8 |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-363878

(22) 出願日 平成10年12月22日 (1998. 12. 22)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 山中 通成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 芝田 淳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100076174

弁理士 宮井 暎夫

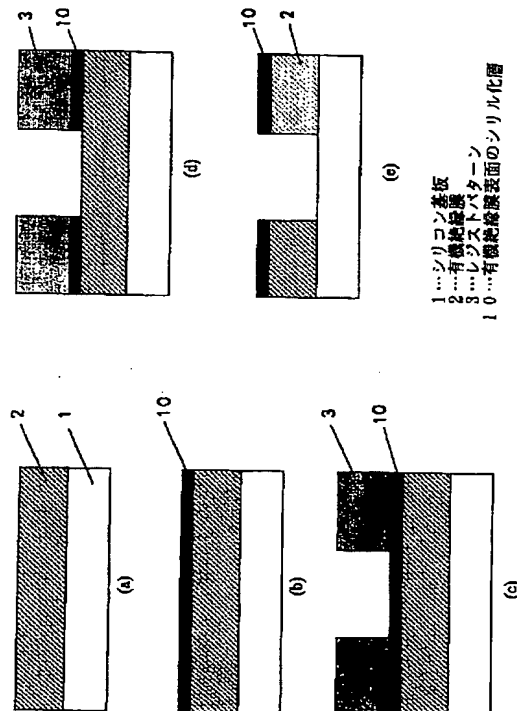
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 有機絶縁膜を用いた際のダメージを抑制でき、大気中からの有機絶縁膜への水分の浸入および有機絶縁膜から配線材料への水分の浸入を抑制できるとともに、より簡便に有機絶縁膜を用いたダマシンプロセスを実現することができる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 シリコン基板 1 上に有機絶縁膜 2 を形成し、その上に表面改質層 10 を形成し、表面改質層 10 上にリソグラフィ法によりレジストパターン 3 を形成する。レジストパターン 3 をマスクとしてエッチング法により表面改質層 10 をエッチングし、酸素を含んだプラズマにより表面改質層 10 をエッチングストップとして有機絶縁膜 2 を除去しパターンを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン基板上に有機絶縁膜を形成する第1の工程と、前記有機絶縁膜上に表面改質層を形成する第2の工程と、前記表面改質層上にリソグラフィ法によりレジストパターンを形成する第3の工程と、前記レジストパターンをマスクとしてエッチング法により上記表面改質層をエッチングする第4の工程と、酸素を含んだプラズマにより前記表面改質層をエッチングストップとして前記有機絶縁膜を除去しパターンを形成する第5の工程を含む半導体装置の製造方法。

【請求項2】 シリコン基板上に有機絶縁膜を形成する第1の工程と、前記有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を堆積する第2の工程と、リソグラフィによりレジストパターンを形成した後、前記レジストパターンをマスクとして上記シリコン酸化膜をエッチングする第3の工程と、前記シリコン酸化膜をマスクとして、酸素を含んだプラズマにより前記有機絶縁膜をエッチングする第4の工程と、前記有機絶縁膜の側壁に表面改質層を形成する第5の工程を含む半導体装置の製造方法。

【請求項3】 シリコン基板上に有機絶縁膜を形成する第1の工程と、前記有機絶縁膜上に表面改質層を形成する第2の工程と、前記表面改質層上にリソグラフィ法によりレジストパターンを形成する第3の工程と、前記レジストパターンをマスクとしてエッチング法により前記表面改質層をエッチングする第4の工程と、酸素を含んだプラズマにより前記表面改質層をエッチングストップとして前記有機絶縁膜を除去し溝パターンを形成する第5の工程と、前記有機絶縁膜の側壁に表面改質層を形成する第6の工程と、前記溝パターンに配線材料となる金属を堆積する第7の工程と、前記有機絶縁膜上の前記表面改質層をストップとしてCMP法を行ない、前記配線材料を研磨除去する第8の工程を含む半導体装置の製造方法。

【請求項4】 シリコン基板上に第1の有機絶縁膜を形成する第1の工程と、前記第1の有機絶縁膜上に第1の表面改質層を形成する第2の工程と、前記第1の表面改質層上にリソグラフィ法によりコンタクトホールレジストパターンを形成する第3の工程と、前記コンタクトホールレジストパターンをマスクとしてエッチング法により前記第1の表面改質層をエッチングする第4の工程と、上記第1の有機絶縁膜上に第2の有機絶縁膜を堆積する第5の工程と、前記第2の有機絶縁膜上に第2の表面改質層を形成する第6の工程と、前記第2の表面改質層上にリソグラフィ法により溝レジストパターンを形成する第7の工程と、前記溝レジストパターンをマスクとしてエッチングにより上記第2の表面改質層をエッチングする第8の工程と、前記第1の表面改質層および前記第2の表面改質層をマスクとし、酸素を含んだプラズマにより前記第1の有機絶縁膜と前記第2の有機絶縁膜をエッチングする第9の工程と、前記第1の有機絶縁膜

と前記第2の有機絶縁膜のパターンの側壁に第3の表面改質層を形成する第10の工程と、前記第1の有機絶縁膜と前記第2の有機絶縁膜のパターンに配線材料となる金属を堆積する第11の工程と、前記第2の有機絶縁膜上の第2の表面改質層をストップとしてCMP法を行ない、前記配線材料を研磨除去する第12の工程を含む半導体装置の製造方法。

【請求項5】 表面改質層を形成する工程において、表面改質層としてシリル化層を用いる請求項1、請求項2、請求項3または請求項4記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 シリル化層は、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)、1,1,3,3-テトラメチルジシラザン(TMDS)、ジメチルシリルジメチルアミン(DMSDMA)、ジメチルシリルジエチルアミン(DMSDEA)の少なくとも一つを用いる請求項5記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 シリル化層を形成する工程において、シリル化の前処理として、 H_2O もしくはOH基を含むガスをを用いたプラズマによって有機絶縁膜の表面処理を行ない、その後シリル化層を形成する請求項6記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明に属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法、特に有機絶縁膜を用いた配線の形成方法を含む半導体装置の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】LSIの高速化・低消費電力化に伴い、配線遅延を抑制するために層間絶縁膜の低誘電率化が必要となっている。従来、層間絶縁膜には酸化膜(誘電率 $\epsilon=4.2$)が用いられてきたが、近年、誘電率を下げるためフッ素をドーブした酸化膜 SiOF (誘電率 $\epsilon=3.3\sim 3.8$)が用いられつつある。さらに誘電率を低くし、配線遅延を抑制するために、有機材料を用いた有機絶縁膜(誘電率 $\epsilon=2.0\sim 2.8$)の利用が提案されている。

【0003】このような有機絶縁膜を用いる場合、ドライエッチングによるパターン形成時のマスクとしてレジストマスクを用いることができないという問題点がある。すなわち、レジストマスクを用いてドライエッチングを行ないパターンを形成した後、レジストマスクを除去する際に、有機絶縁膜にダメージが入るためである。

【0004】以下に図面を用いて、有機絶縁膜のパターニングにレジストを用いることができない理由を説明する。

【0005】まず、図6(a)に示すようにシリコン基板61上に有機絶縁膜62を堆積し、フォトリソグラフィによりレジストパターン63を形成する(図6(b))。次に、レジストマスクを用いてドライエッチ

10

20

30

40

50

ングを行ないパターンを形成した後に、レジストマスクを除去する際に、酸素ガスを主体としたアッシングを用いる。有機絶縁膜62も炭素を主構成物質としているポリマーであり、O₂ プラズマによりエッチングされる。そのため、レジスト63が消失すると、有機絶縁膜のエッチングが始まり、有機絶縁膜中にダメージ層64が形成される。(図6(c)参照)。

【0006】そこで、有機絶縁膜を用いる際には、酸化膜等を用いたハードマスクを用いるのが一般的である。

【0007】また、配線工程における工程削減のためダマシン(Damascene)プロセスが提案されている。これは、層間絶縁膜に配線となる溝パターンを形成し、配線溝に配線材料を同時に埋め込み、CMP(Chemical Mechanical Polishing)法によって研磨を行ない、不要部分の配線材料を除去し、配線溝を形成しようというものである。

【0008】以下図面を参照しながら、上記した従来の有機絶縁膜を用いてダマシンプロセスにより配線を形成する方法について説明する。図7は従来の有機絶縁膜を用いた場合のダマシンプロセスの一例を示したものである。

【0009】図7(a)に示すようにシリコン基板71上に有機絶縁膜72を形成する。次に、シリコン酸化膜73を堆積する(図7(b))。その後、リソグラフィ、ドライエッチングにより上記シリコン酸化膜73をパターニングする(図7(c))。次に、シリコン酸化膜73をマスクとして、O₂を主体としたプラズマによってドライエッチングを行ない溝パターン75を形成する(図7(d))。続いて、図7(e)に示すように配線材料となる金属76をスパッタ法、CVD法、メッキ法等により溝パターン75に埋め込む(図7(e))。次に、CMP法によって、先に堆積した配線材料の不要な領域を除去し、溝配線を形成する。(図7(f))。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような構成では、以下のような問題点を有していた。

【0011】① 有機絶縁膜上に、酸化膜を用いたハードマスクを形成する際に、CVD法による酸化膜堆積、リソグラフィ、ドライエッチング工程等、非常に工程数が増加する。

【0012】② 有機絶縁膜上に酸化膜を堆積する際に、堆積中の基板温度の上昇により有機絶縁膜にダメージが生じる(例えばCVDでは、デポ中に400℃を超える高温になり、有機絶縁膜にダメージを与える)。

【0013】③ 有機絶縁膜に配線材料が接する場合、大気中から有機絶縁膜中に浸入した水分や不純物に配線材料が影響される。

【0014】④ また、有機絶縁膜中に水分が浸入していると、配線を形成した際の配線の劣化をもたらす。

【0015】本発明は上記問題点を鑑み、有機絶縁膜を

用いた際のダメージを抑制でき、また、大気中からの有機絶縁膜への水分の浸入および有機絶縁膜から配線材料への水分の浸入を抑制できるとともに、より簡便に有機絶縁膜を用いたダマシンプロセスを実現することができ半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の半導体装置の製造方法は、シリコン基板上に有機絶縁膜を形成する第1の工程と、有機絶縁膜上に表面改質層を形成する第2の工程と、表面改質層上にリソグラフィによりレジストパターンを形成する第3の工程と、レジストパターンをマスクとしてエッチング法により上記表面改質層をエッチングする第4の工程と、酸素を含んだプラズマにより表面改質層をエッチングストップとして有機絶縁膜を除去しパターンを形成する第5の工程を含むものである。

【0017】請求項1記載の半導体装置の製造方法によれば、有機絶縁膜の表面に表面改質層を形成することにより、エッチングストップ、CMPストップ、水分の吸着浸入抑制が可能となり、とくに従来の酸化膜マスクを用いずにパターニングが可能となるので、マスクとなる酸化膜の堆積による温度上昇による有機絶縁膜の劣化を抑制することができ、有機絶縁膜にダメージを与えず、かつ有機絶縁膜の劣化のない配線を形成することが可能となる。

【0018】このように有機絶縁膜表面を低温で改質することにより、上記課題を解決することができるが、ここで本発明に用いる表面改質の一手段であるシリル化プロセスについて説明する。シリル化はリソグラフィ工程におけるレジストと基板との密着性を向上するために一般的に使用されている基板表面の改質処理方法の一つである。シリル化には用いられる溶剤の一つとして、ヘキサメチルジシラザン(以下HMDSと略す)があり、これは室温中でOH基と加水分解を起こす性質がある。表面にOH基が吸着した基板をHMDSで処理すると、 $(\text{CH}_3)_3\text{Si-NH-Si}-(\text{CH}_3)_3 + 2(\text{X-OH}) \rightarrow 2((\text{CH}_3)_3\text{Si-OX}) + \text{NH}_3$

という反応が起こり、基板上にSiを含む疎水性の膜が形成される(図5参照)。このように基板を疎水性に改質し、レジストと基板との密着性を向上させることができる。

【0019】また、レジスト上の所望領域をシリル化することにより、マスク層を形成する表面イメージングも可能であり、シリル化反応層はSiを含んだ改質層になっており、従来のレジストよりドライエッチング耐性が高くなるため、このシリル化層をマスクとして、O₂を主体とするプラズマによってドライエッチングを行なうことにより微細なレジストパターンを形成することができるのである。

【0020】本発明では、このシリル化反応を有機絶縁

膜に適用し、ドライエッチング時のマスク、CMP時のストッパ、有機絶縁膜への水分の吸着を抑制する層、として用いるとともに、低温で上記効果のあるシリル化層を形成でき、有機絶縁膜へのダメージを低減することができる。

【0021】請求項2記載の半導体装置の製造方法は、シリコン基板上に有機絶縁膜を形成する第1の工程と、有機絶縁膜上にシリコン酸化膜を堆積する第2の工程と、リソグラフィーによりレジストパターンを形成した後、レジストパターンをマスクとして上記シリコン酸化膜をエッチングする第3の工程と、シリコン酸化膜をマスクとして、酸素を含んだプラズマにより有機絶縁膜をエッチングする第4の工程と、有機絶縁膜の側壁に表面改質層を形成する第5の工程を含むものである。

【0022】請求項2記載の半導体装置の製造方法によれば、大気中の水分が有機絶縁膜に吸着することを抑制し、誘電率の増加を低減できるほか、請求項1と同様な効果が得ることができる。

【0023】請求項3記載の半導体装置の製造方法は、シリコン基板上に有機絶縁膜を形成する第1の工程と、有機絶縁膜上に表面改質層を形成する第2の工程と、表面改質層上にリソグラフィー法によりレジストパターンを形成する第3の工程と、レジストパターンをマスクとしてエッチング法により表面改質層をエッチングする第4の工程と、酸素を含んだプラズマにより表面改質層をエッチングストッパとして有機絶縁膜を除去し溝パターンを形成する第5の工程と、有機絶縁膜の側壁に表面改質層を形成する第6の工程と、溝パターンに配線材料となる金属を堆積する第7の工程と、有機絶縁膜上の表面改質層をストッパとしてCMP法を行ない、配線材料を研磨除去する第8の工程を含むものである。

【0024】請求項3記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項1と同様な効果がある。

【0025】請求項4記載の半導体装置の製造方法は、シリコン基板上に第1の有機絶縁膜を形成する第1の工程と、第1の有機絶縁膜上に第1の表面改質層を形成する第2の工程と、第1の表面改質層上にリソグラフィー法によりコンタクトホールレジストパターンを形成する第3の工程と、コンタクトホールレジストパターンをマスクとしてエッチング法により第1の表面改質層をエッチングする第4の工程と、上記第1の有機絶縁膜上に第2の有機絶縁膜を堆積する第5の工程と、第2の有機絶縁膜上に第2の表面改質層を形成する第6の工程と、第2の表面改質層上にリソグラフィー法により溝レジストパターンを形成する第7の工程と、溝レジストパターンをマスクとしてエッチングにより上記第2の表面改質層をエッチングする第8の工程と、第1の表面改質層および第2の表面改質層をマスクとし、酸素を含んだプラズマにより第1の有機絶縁膜と第2の有機絶縁膜をエッチングする第9の工程と、第1の有機絶縁膜と第2の有機

絶縁膜のパターンの側壁に第3の表面改質層を形成する第10の工程と、第1の有機絶縁膜と第2の有機絶縁膜のパターンに配線材料となる金属を堆積する第11の工程と、第2の有機絶縁膜上の第2の表面改質層をストッパとしてCMP法を行ない、配線材料を研磨除去する第12の工程を含むものである。

【0026】請求項4記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項3と同様な効果がある。

【0027】請求項5記載の半導体装置の製造方法は、請求項1、請求項2、請求項3または請求項4において、表面改質層を形成する工程において、表面改質層としてシリル化層を用いるものである。

【0028】請求項5記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項1、請求項2、請求項3または請求項4と同様な効果がある。

【0029】請求項6記載の半導体装置の製造方法は、請求項5において、シリル化層が、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)、1,1,3,3-テトラメチルジシラザン(TMDS)、ジメチルシリルジメチルアミン(DMS DMA)、ジメチルシリルジエチルアミン(DMS DEA)の少なくとも一つを用いるものである。

【0030】請求項6記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項5と同様な効果がある。

【0031】請求項7記載の半導体装置の製造方法は、請求項6において、シリル化層を形成する工程において、シリル化の前処理として、 H_2O もしくはOH基を含むガスをういたプラズマによって有機絶縁膜の表面処理を行ない、その後シリル化層を形成するものである。

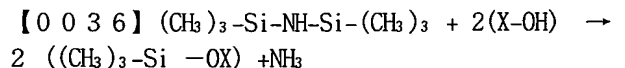
【0032】請求項7記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項6と同様な効果がある。

【0033】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態について、図1から図5を参照しながら説明する。

【0034】(実施の形態1)図1は、本発明の第1の実施の形態である半導体装置の製造方法の工程断面図を示すものである。図1において、1はシリコン基板、2は有機絶縁膜、3はフォトリソレジストパターン、10は表面改質層として例えばシリル化層である。

【0035】まず、図1(a)に示すように、シリコン基板1上に有機絶縁膜2を堆積する。次に、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)を有機絶縁膜2上に塗布する。有機絶縁膜2上に大気中の水分が吸着してできるOHと、HMDSが以下のような反応を起こし(図5参照)、有機絶縁膜2上にSiを含んだシリル化層10を形成する(図1(b))。



そして、図1(c)に示すようにシリル化層10上に、リソグラフィーによりレジストパターン3を形成する。次に、図1(d)に示すようにドライエッチング法によ

り、レジスト3のパターンをマスクとしてシリル化層10をエッチングする。シリル化層10のエッチングには、反応性イオンエッチング法（以下RIEと略す）を用いた。シリル化層10は主に炭素、水素とシリコンで形成されているため、 CF_4 ガスから発生するフッ素と O_2 ガスから発生する O^* ラジカルを主なエッチャントとして用いた。

【0037】エッチング条件は次の通りである。

【0038】

CF_4 ガス流量：50 sccm

O_2 ガス流量：10 sccm

圧力：5 Pa

RFパワー：200 W

シリル化層10がエッチングされた後、有機絶縁膜2のドライエッチング条件に切り替えた。有機絶縁膜2のドライエッチングには、以下に示す条件を適用した。

【0039】 $\text{O}_2 = 100\text{sccm}$

圧力 5 Pa

RFパワー：100 W

酸素を主体とするプラズマを用いるため、炭素が主体であるレジストと有機絶縁膜は容易にエッチングされる。エッチ速度はレジスト3、有機絶縁膜2とも約100 nm/min.であった。一方、シリル化層10は、Siを含むため O_2 プラズマにおけるエッチ速度は、レジスト3、有機絶縁膜2に比べて小さく約10 nm/min.である。そのため、エッチング中にレジスト3が消失しても、シリル化層10がエッチングストップとなり、図1(e)に示す形状を得ることができる。また、シリル化層10がエッチングストップとなるため有機絶縁膜が O_2 プラズマによってダメージを受けることを抑制することができる。さらに、本実施の形態では、エッチングマスクとしてシリコン酸化膜を用いないため、シリコン酸化膜堆積中の温度上昇による有機絶縁膜2の特性劣化という問題も解決することが可能である。

【0040】（実施の形態2）本発明の第2の実施の形態について図2を参照しながら説明する。図2は、本発明の第2の実施の形態である半導体装置の製造方法の工程断面図を示すものである。図2において、1はシリコン基板、2は有機絶縁膜、3はフォトリソ、4はシリコン酸化膜、11は有機絶縁膜側壁の表面改質層として例えばシリル化層である。

【0041】図2(a)に示すように、シリコン基板1上に有機絶縁膜2を堆積する。次に、シリコン酸化膜4を有機絶縁膜2上に堆積する（図2(b)）。次に、図2(c)に示すようにシリコン酸化膜4上に、リソグラフィーによりレジストパターン3を形成した後、レジストパターン3をマスクとしてドライエッチング法により、シリコン酸化膜4をエッチングする。シリコン酸化膜4のエッチングには、以下に示す条件を用いた。

【0042】

CF_4 ガス流量：50 sccm

CHF_3 ガス流量：50 sccm

圧力：5 Pa

RFパワー：500 W

そして、図2(d)に示すように、レジスト3、シリコン酸化膜4をマスクとして、酸素を主体としたプラズマを用いたドライエッチングにより、有機絶縁膜2をエッチングし所望のパターンを得る。エッチング条件は以下の通り。

10 【0043】 $\text{O}_2 = 100\text{sccm}$

圧力 5 Pa

RFパワー：100 W

このとき、 O_2 を主体としたプラズマを用いるためレジストは消失してしまうが、シリコン酸化膜4がエッチングストップの働きをする。そのため有機絶縁膜が O_2 プラズマによってダメージを受けることを抑制することができる（図2(e)）。

【0044】その後、図2(e)に示すように、HMD Sによりシリル化を行ない、上記した工程で形成された有機絶縁膜2の側壁にシリル化層11を形成する。この有機絶縁膜2の側壁に形成されたシリル化層11により、有機絶縁膜2の表面は疎水性化に改質され、大気中の水分の有機絶縁膜2への吸着および有機絶縁膜2への侵入を防ぐ。そして、大気中の水分による有機絶縁膜2の劣化を抑制することができるのである。

【0045】（実施の形態3）本発明の第3の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図3は、本発明の第3の実施の形態である半導体装置の製造方法の工程断面図を示すものである。図3において、1はシリコン基板、2は有機絶縁膜、12は有機絶縁膜2の表面の表面改質層例えばシリル化層、13は有機絶縁膜2の側壁表面の表面改質層例えばシリル化層、31は配線溝パターンのレジストパターン、32は配線溝、33は配線材料である。

【0046】図3(a)に示すように、シリコン基板1上に有機絶縁膜2を堆積する。次に、図3(b)に示すようにHMD Sを有機絶縁膜2上に塗布する。有機絶縁膜上に大気中の水分が吸着してできるOH基と、HMD Sが以下のような反応を起こし（図5参照）、有機絶縁膜2の表面上にSiを含んだシリル化層12が形成される（図3(b)）。

【0047】図3(c)に示すようにシリル化層12上に、リソグラフィーにより配線溝パターンのレジストパターン31を形成する。次に、図3(d)に示すようにドライエッチング法により、レジストパターン31をマスクとしてシリル化層12をエッチングする。シリル化層12のエッチングには、RIE法を用いた。シリル化層12は主に炭素とシリコンで形成されているため、 CF_4 ガスから発生するフッ素と O_2 ガスから発生する O^* ラジカルを主なエッチャントとして用いた。

【0048】エッチング条件は次の通りである。

【0049】

CF₄ ガス流量：50 sccm

O₂ ガス流量：10 sccm

圧力：5 Pa

RFパワー：200 W

シリル化層12がエッチングされた後、有機絶縁膜2をエッチングするために、以下に示すエッチング条件を使用した。

【0050】O₂ = 100sccm

圧力 5 Pa

RFパワー：100 W

酸素を主体とするプラズマを用いるため、炭素が主体であるレジストパターン31と有機絶縁膜2は容易にエッチングされる。エッチ速度はレジストパターン31、有機絶縁膜2とも約100 nm/min.であった。一方、シリル化層12は、Siを含むためO₂ プラズマにおけるエッチ速度は、レジストパターン31、有機絶縁膜2に比べて小さく約10 nm/min.である。そのため、エッチング中にレジストパターン31が消失しても、シリル化層10がエッチングストップとなり、図3(e)に示ように配線溝パターン32を形成することができる。

【0051】シリコン基板1上にHMDSを塗布しシリル化を行ない、有機絶縁膜2の側壁にもシリル化層13を形成する。この有機絶縁膜2の側壁に形成されたシリル化層13により、有機絶縁膜2の表面は疎水性化に改質され、大気中の水分の有機絶縁膜2への吸着および有機絶縁膜2中への侵入を防ぐ。その結果、大気中の水分による有機絶縁膜2の誘電率の増大を抑制することができるのである。

【0052】次に、配線材料（ここではCuを用いる）を基板1に堆積させ、上記した配線溝32に配線材料を埋め込む（図3(f)）。

【0053】そして、CMP法で基板表面のCuを研磨する。この時、先に形成したシリル化層12は、Siを含むためCMP時の研磨レートが小さく、有機絶縁膜2をCMPにより研磨する際のストップとなり、図3(g)に示すようなシングルダマシン配線を得ることができる。

【0054】このようにして形成された有機絶縁膜2を用いたシングルダマシン配線では、大気中の水分の有機絶縁膜2への吸着、侵入がなく、かつその水分の配線材料への侵入なく、特性劣化を抑制できる。また、シリル化をエッチングストップ層として用いることで、有機絶縁膜2の特性が高温処理により劣化することを抑制できるのである。

【0055】（実施の形態4）本発明の第4の実施の形態について図4を参照しながら説明する。図4は、本発明の第4の実施の形態である半導体装置の製造方法の工

程断面図を示すものである。図4において、1はシリコン基板、14は表面改質として例えば第1のシリル化層、15は表面改質として例えば第2のシリル化層、16は表面改質として例えば第3のシリル化層、41は第1の有機絶縁膜、42はコンタクトホールレジストパターンである配線孔レジストパターン、43は第2の有機絶縁膜、44は配線の溝レジストパターン、45は配線溝、46は配線孔、47は配線材料である。

【0056】図4(a)に示すように、シリコン基板110上に第1の有機絶縁膜41を堆積する。次に、図4(b)に示すようにHMDSを有機絶縁膜41上に塗布する。有機絶縁膜41上に大気中の水分が吸着してできるOH基と、HMDSが反応し（図5参照）、有機絶縁膜41上にSiを含んだ第1のシリル化層14が形成される（図4(b)）。

【0057】図4(c)に示すようにシリル化層14上に、リソグラフィーにより配線孔レジストパターン42を形成する。次に、図4(d)に示すようにドライエッチング法により、レジストパターン42をマスクとしてシリル化層14をエッチングする。シリル化層14のエッチングには、RIE法を用いた。シリル化層14は主に炭素とシリコンで形成されているため、CF₄ ガスから発生するフッ素とO₂ ガスから発生するO*ラジカルを主なエッチャントとして用いた。エッチング条件は次の通りである。

【0058】

CF₄ ガス流量：50 sccm

O₂ ガス流量：10 sccm

圧力：5 Pa

RFパワー：200 W

次に、図4(e)に示すように、上記した処理を行なった基板に第2の有機絶縁膜43を堆積する。その後、第2の有機絶縁膜43上をシリル化し、第2のシリル化層15を形成する（図4(f)）。フォトリソグラフィーにより、シリル化層15上に配線溝レジストパターン44を形成し（図4(g)）、ドライエッチング法によって第2のシリル化層15をエッチングする（図4(h)）。エッチング条件は次の通りである。

【0059】

CF₄ ガス流量：50 sccm

O₂ ガス流量：10 sccm

圧力：5 Pa

RFパワー：200 W

その後、上記したフォトリソレジストパターン44と第2のシリル化層15をマスクとして、第2の有機絶縁膜43と、第1の有機絶縁膜41のエッチングを行ない、配線溝45と配線孔46を形成する（図4(i)）。エッチング条件は次の通りである。

【0060】O₂ = 100sccm

圧力 5 Pa

RFパワー : 100W

ここで酸素を主体とするプラズマを用いるため、炭素が主体であるレジストパターン44と第2の有機絶縁膜43と、第1の有機絶縁膜41は容易にエッチングされる。エッチング速度はレジストパターン44、有機絶縁膜41、43とも約100nm/min.であった。一方、第1のシリル化層14と、第2のシリル化層15は、Siを含むためO₂プラズマにおけるエッチング速度は、レジストパターン44、有機絶縁膜43、41に比べて小さく約10nm/min.である。そのため、エッチング中にレジストが消失しても、第1のシリル化層14と、第2のシリル化層15がエッチングストップとなり、図4(i)に示すように、同時に配線溝45のパターンと配線孔46を形成することができる。また、第1、第2のシリル化層14、15がエッチングストップとなるため有機絶縁膜41、43がO₂プラズマによってダメージを受けることを抑制することができる。

【0061】次に、図4(j)に示すように、基板をシリル化し、有機絶縁膜41、43の側壁に第3のシリル化層16を形成する。

【0062】次に、配線材料(ここではCuを用いる)47を基板に堆積させ、上記した配線溝45と配線孔46に配線材料47を埋め込む(図4(k))。

【0063】そして、CMP法で基板表面のCuを研磨する。この時、先に形成したシリル化層14~16がCMPに対するストップとなり、図4(1)に示すようなシングルダマシン配線を得ることができる。

【0064】このようにして形成された有機絶縁膜41、43を用いたデュアルダマシン配線では、大気中の水分の有機絶縁膜41、43への吸着、侵入がなく、かつその水分の配線材料47への浸入なく、特性劣化を抑制できる。また、シリル化をエッチングストップ層として用いることで、有機絶縁膜41、43の特性が高温処理により劣化することを抑制できるのである。

【0065】なお、第1の実施の形態から第4の実施の形態においてシリル化剤としてHMDSを用いたが、1,1,3,3-テトラメチルジシラザン(TMDS)、ジメチルシリルジメチルアミン(DMSDMA)、ジメチルシリルジエチルアミン(DMSDEA)の少なくとも一つを用いても同様の効果が得られる。

【0066】また、第1の実施の形態から第4の実施の形態において、シリル化方法としてシリル化剤の塗布を述べたが、積極的に基板表面の有機絶縁膜41、43上にOH基を導入しシリル化を促進する方法として、まずシリル化の前処理として、H₂OもしくはOH基を含むガスを用いたプラズマによって有機絶縁膜41、43の表面処理を行ない、その後シリル化剤を用いてシリル化を行なうことが可能である。

【0067】なお、第1の実施の形態から第4の実施の形態において、有機膜のエッチングガスとしてO₂ガス

を用いたが、Oを含むガス例えばCO、H₂O、NOを用いても同様の効果がえられた。

【0068】

【発明の効果】請求項1記載の半導体装置の製造方法によれば、有機絶縁膜の表面に表面改質層を形成することにより、エッチングストップ、CMPストップ、水分の吸着浸入抑制が可能となり、とくに従来の酸化膜マスクを用いずにパターンニングが可能となるので、マスクとなる酸化膜の堆積による温度上昇による有機絶縁膜の劣化を抑制することができ、有機絶縁膜にダメージを与えず、かつ有機絶縁膜の劣化のない配線を形成することが可能となる。

【0069】請求項2記載の半導体装置の製造方法によれば、大気中の水分が有機絶縁膜に吸着することを抑制し、誘電率の増加を低減できるほか、請求項1と同様な効果が得ることができる。

【0070】請求項3記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項1と同様な効果がある。

【0071】請求項4記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項3と同様な効果がある。

【0072】請求項5記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項1、請求項2、請求項3または請求項4と同様な効果がある。

【0073】請求項6記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項5と同様な効果がある。

【0074】請求項7記載の半導体装置の製造方法によれば、請求項6と同様な効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における工程断面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態における工程断面図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態における工程断面図である。

【図4】本発明の第4の実施の形態における工程断面図である。

【図5】シリル化による表面改質を説明するための説明図である。

【図6】有機絶縁膜を用いた時にレジストマスクを用いることができないことを説明する説明図である。

【図7】従来の有機絶縁膜を用いたシングルダマシン法の工程断面図である。

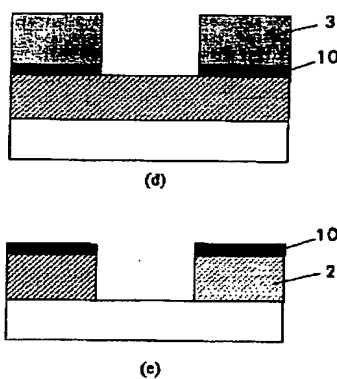
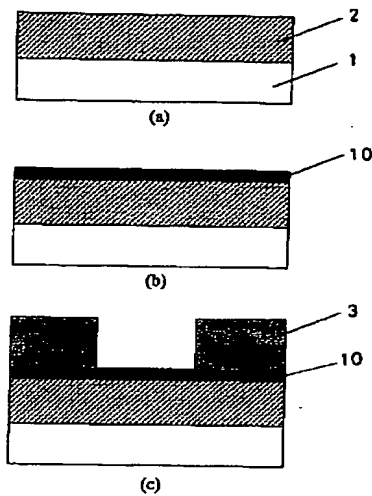
【符号の説明】

- | | |
|----|-----------------|
| 1 | シリコン基板 |
| 2 | 有機絶縁膜 |
| 3 | レジストパターン |
| 4 | シリコン酸化膜 |
| 10 | 有機絶縁膜表面のシリル化層 |
| 11 | 有機絶縁膜側壁表面のシリル化層 |
| 12 | 有機絶縁膜表面のシリル化層 |

- 1 3 有機絶縁膜側壁表面のシリル化層
- 1 4 第1のシリル化層
- 1 5 第2のシリル化層
- 1 6 第3のシリル化層
- 3 1 配線溝レジストパターン
- 3 2 配線溝
- 3 3 配線材料
- 4 1 第1の有機絶縁膜
- 4 2 配線孔レジストパターン
- 4 3 第2の有機絶縁膜
- 4 4 配線溝レジストパターン
- 4 5 配線溝

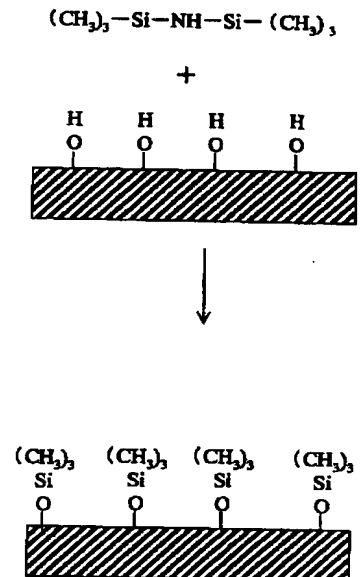
- 4 6 配線孔
- 4 7 配線材料
- 6 1 シリコン基板
- 6 2 有機絶縁膜
- 6 3 レジストパターン
- 6 4 ダメージ層
- 7 1 シリコン基板
- 7 2 有機絶縁膜
- 7 3 シリコン酸化膜
- 10 7 4 レジストパターン
- 7 5 溝パターン
- 7 6 配線材料

【図1】

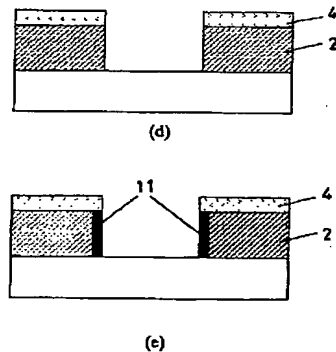
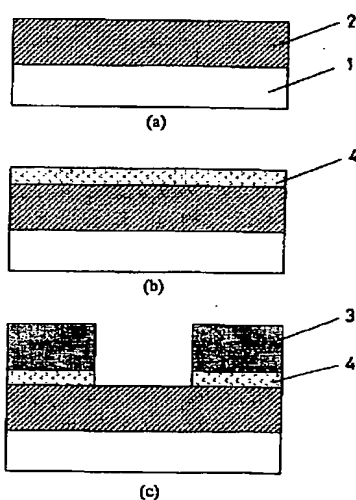


- 1 ...シリコン基板
- 2 ...有機絶縁膜
- 3 ...レジストパターン
- 1 0 ...有機絶縁膜表面のシリル化層

【図5】

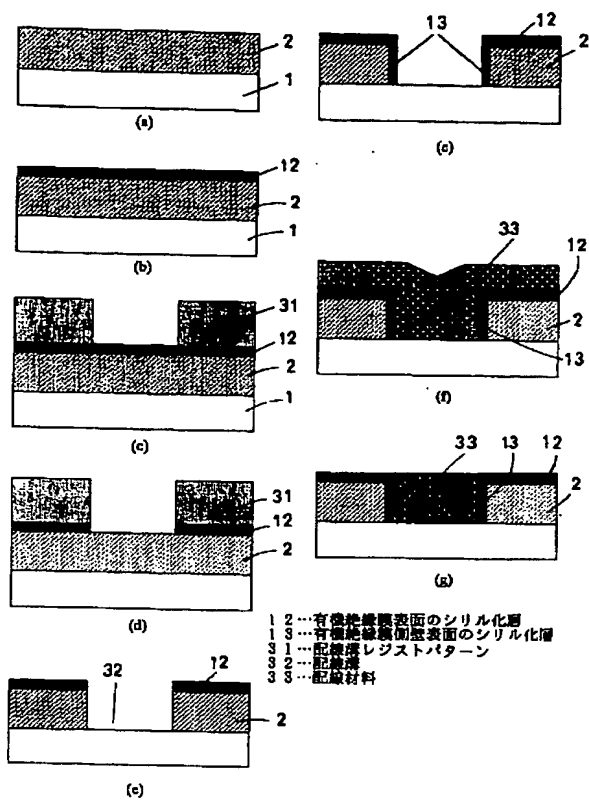


【図2】

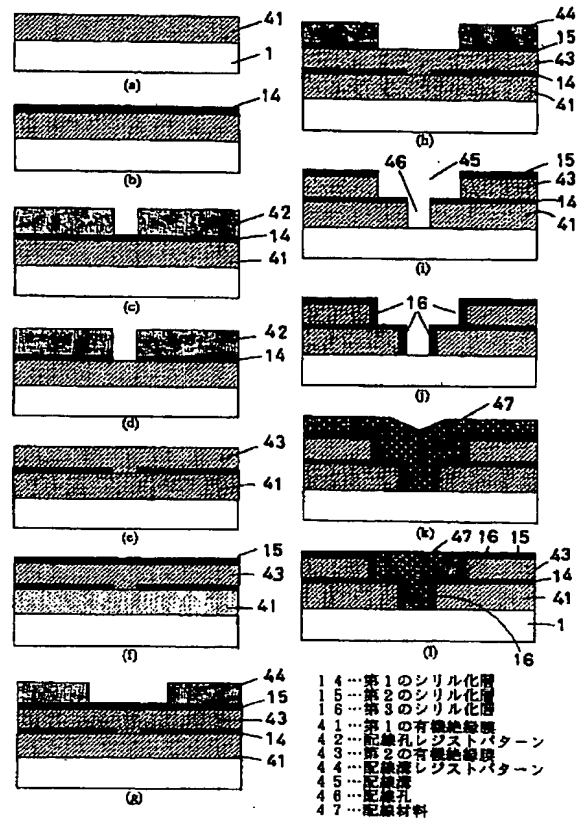


- 4 ...シリコン酸化膜
- 1 1 ...有機絶縁膜側壁表面のシリル化層

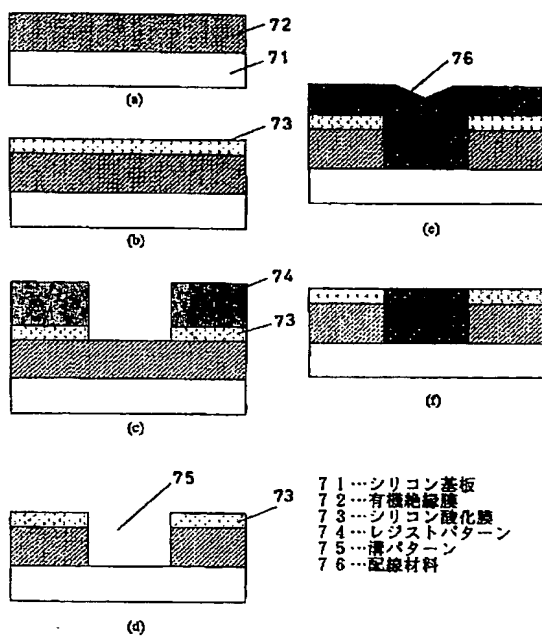
【図3】



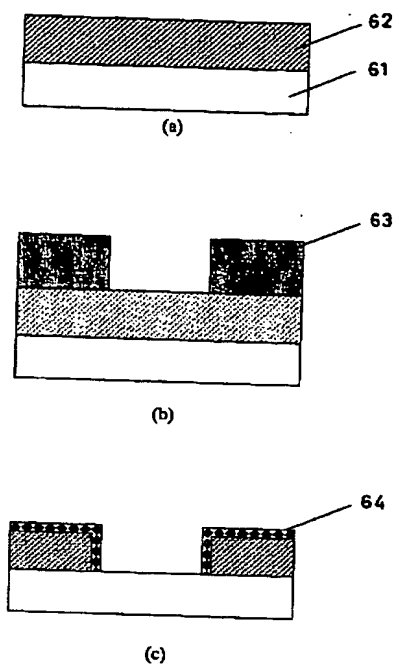
【図4】



【図7】



【図6】



61...シリコン基板
 62...有機絶縁膜
 63...レジストパターン
 64...ダメージ層

フロントページの続き

(72)発明者 林 重徳
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内
 (72)発明者 久保田 正文
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

Fターム(参考) 5F004 AA06 AA11 DA01 DA16 DA26
 DB00 DB03 DB08 DB23 EA04
 EA06 EA23 EB02
 5F033 HH11 JJ11 KK01 MM01 MM02
 QQ00 QQ11 QQ28 QQ37 QQ48
 QQ49 RR04 RR21 TT03 TT04
 XX00 XX18
 5F058 AC06 AD02 AD04 AD05 AD07
 AD08 AD10 AE05 AF04 AG04
 AG08 AH02